

DYNAMO-ELECTRIC MACHINE**Publication number:** JP2001128423**Publication date:** 2001-05-11**Inventor:** NAKANO MASAKI**Applicant:** NISSAN MOTOR**Classification:****- international:** *H02K1/14; H02K16/02; H02K1/14; H02K16/00; (IPC1-7): H02K16/02; H02K1/18***- european:** H02K1/14; H02K1/14D; H02K1/14D1; H02K16/02**Application number:** JP19990306030 19991027**Priority number(s):** JP19990306030 19991027**Also published as:**

EP1096648 (A2)

US6472788 (B1)

EP1096648 (A3)

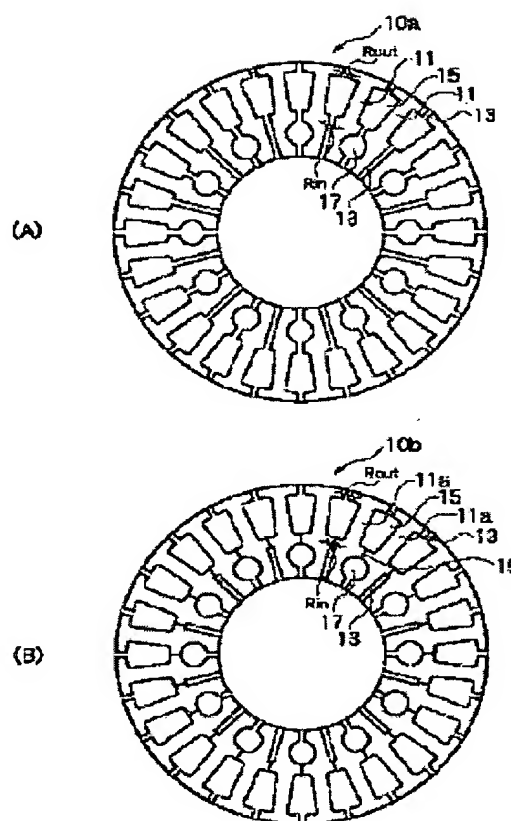
EP1096648 (B1)

DE60007936T (T)

Report a data error he**Abstract of JP2001128423**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dynamo-electric machine which can easily and freely set the optimum running point and assures simplified tuning of the running characteristics.

SOLUTION: In a dynamo-electric machine for driving two rotors with a stator, a stator is formed by laminating in the axial direction, a first discrete stator core 10a having no magnetic coupling part and a second discrete stator core 10b, having a magnetic coupling part 19 in the circumference direction in the number of sheets ratio adjusted, depending on the application purpose.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-128423
(P2001-128423A)

(43) 公開日 平成13年5月11日 (2001.5.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 2 K 16/02		H 0 2 K 16/02	5 H 0 0 2
1/18		1/18	C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-306030

(22) 出願日 平成11年10月27日 (1999. 10. 27)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 中野 正樹

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外 8 名)

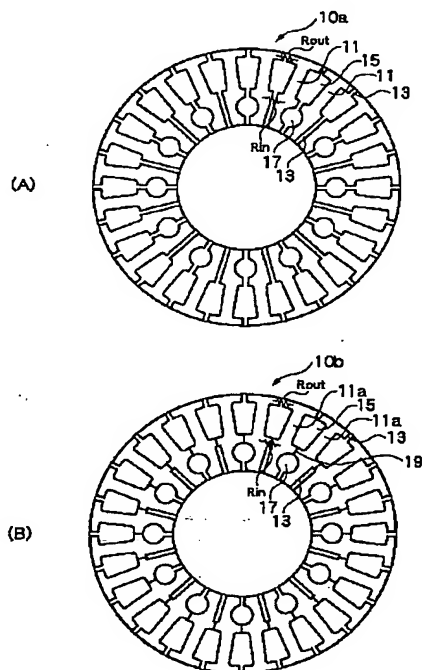
Fターム (参考) 5H002 AA02 AB07 AE07

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、最適な運転点を容易にかつ任意に設定でき、運転特性のチューニングを簡単に行うことができる回転電機を提供することにある。

【解決手段】 1つのステータで2つのロータを駆動する回転電機において、磁気結合部を有しない第1ステータコア単体10aと、円周方向の磁気結合部19を有する第2ステータコア単体10bとを使用目的に応じて調整された枚数比率で軸方向に積層してステータを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一の軸上で極数の異なる 2 つのロータを 1 つのステータの内側と外側にそれぞれ配置するとともに、前記ステータに単一のコイルを形成し、該単一のコイルに前記ロータの数と同数の回転磁場が発生するように複合電流を流すようにした回転電機において、前記ステータは、放射状に配置された複数のティース部の隣接部分に調整された比率で円周方向の磁気結合部を有することを特徴とする回転電機。

【請求項 2】 前記磁気結合部は、前記コイルに対して極数の少ないロータの側に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機。

【請求項 3】 前記ステータは、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有しない第 1 のステータコア単体と、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有する第 2 のステータコア単体とを、調整された枚数比率で軸方向に積層して形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機。

【請求項 4】 前記第 2 のステータコア単体は、複数のティース部材を放射状に配置して形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機。

【請求項 5】 前記第 2 のステータコア単体は、前記複数のティース部が放射状に一体的に形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機。

【請求項 6】 前記ステータは、前記複数のティース部を備えるとともに前記磁気結合部を有しない第 1 の部分と前記磁気結合部を有する第 2 の部分とを調整された面積比率で設けてなるステータコア単体を軸方向に積層して形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機。

【請求項 7】 前記第 2 の部分の位置が、前記ステータコア単体を積層した際に前記第 2 の部分が前記軸の回りに均等に配置されるように、軸方向に対して変化していることを特徴とする請求項 6 記載の回転電機。

【請求項 8】 前記ステータは、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有しない第 1 のステータコア単体と、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有する第 2 のステータコア単体と、前記複数のティース部を備えるとともに前記磁気結合部を有しない第 1 の部分と前記磁気結合部を有する第 2 の部分とを調整された面積比率で設けてなる第 3 のステータコア単体とを、調整された枚数比率で軸方向に積層して形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回転電機に関し、

特に、1 つのステータで 2 つのロータを駆動する回転電機の最適な運転点を容易にかつ任意に設定することができる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、1 つのステータで 2 つのロータを駆動する回転電機としては、特願平 10-323342 号に記載の回転電機が提案されている。

【0003】 これは、同一の軸上で極数の異なる 2 つのロータを 1 つのステータの内側と外側にそれぞれ配置する（三層構造）とともに、前記ステータに単一のコイルを形成し、この単一のコイルに前記ロータの数と同数の回転磁場が発生するように複合電流を流すようにしたものであり、この回転電機のステータには、例えば、図 7 に示すようなステータコア単体 100 を複数枚積層して形成されるステータコア積層体が考えられている。

【0004】 すなわち、図 7 に示すように、このステータコア単体 100 は、磁束が通る磁気回路を形成する所定の形状の複数のティース部材 11 を放射状に円周上等分に所定の間隔（エアギャップ）13 を置いて配置して形成されている。このステータコア単体 100 には、隣接するティース部材 11 間に、コイル挿入用の複数の溝（スロット）15 と、ステータ固定ボルト挿入用の複数のボルト穴 17 が設けられている。ステータは、このステータコア単体 100 を複数枚積層した後、ティース部材 11 の周囲にコイルを巻装して（つまり、スロット 13 にコイルを挿入して）完成される。

【0005】 そして、このような構造のステータを持つ上記タイプの回転電機の運転特性は、このステータに形成される磁気回路における 2 種類の磁気抵抗、すなわち、内側のロータとの関係において作用する磁気抵抗（以下「内側磁気抵抗」という） R_{in} と、外側のロータとの関係において作用する磁気抵抗（以下「外側磁気抵抗」という） R_{out} との比率（以下「内外磁気抵抗比率」という） (R_{in}/R_{out}) によって決定されることが知られている（図 3 参照）。なお、内側磁気抵抗 R_{in} は、内側ロータに対する漏れ磁束に関係し、外側磁気抵抗 R_{out} は、外側ロータに対する漏れ磁束に関係する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の回転電機にあっては、積層されるステータコア単体 100 の種類が 1 つのみであるため、上記の内外磁気抵抗比率 (R_{in}/R_{out}) は、専ら、ステータコア単体 100 を構成するティース部材 11 の形状とレイアウトによって決定されていた。

【0007】 このため、回転電機の運転特性をチューニングする場合、すなわち、使用目的に応じて回転電機の運転特性を最適な運転点（例えば、図 3 において、パワー密度最大点 S、内外パワー平衡点 T、電源負荷率最小点 U など）に合わせる場合は、ティース部材 11 の形状を所望の運転点に対応する内外磁気抵抗比率 (R_{in}/R_{out})

out) が得られる形状およびレイアウトとなるように適宜変更しなければならず、回転電機の運転特性のチューニングが困難であるといった問題があった。

【0008】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的としては、1つのステータで2つのロータを駆動する回転電機において、最適な運転点を容易にかつ任意に設定することができ、運転特性のチューニングを簡単に行うことができる回転電機を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、上記課題を解決するため、同一の軸上で極数の異なる2つのロータを1つのステータの内側と外側にそれぞれ配置するとともに、前記ステータに単一のコイルを形成し、該単一のコイルに前記ロータの数と同数の回転磁場が発生するように複合電流を流すようにした回転電機において、前記ステータは、放射状に配置された複数のティース部の隣接部分に調整された比率で円周方向の磁気結合部を有することことを要旨とする。

【0010】請求項2記載の発明は、上記課題を解決するため、前記磁気結合部は、前記コイルに対して極数の少ないロータの側に設けられていることを要旨とする。

【0011】請求項3記載の発明は、上記課題を解決するため、前記ステータは、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有しない第1のステータコア単体と、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有する第2のステータコア単体とを、調整された枚数比率で軸方向に積層して形成されていることを要旨とする。

【0012】請求項4記載の発明は、上記課題を解決するため、前記第2のステータコア単体は、複数のティース部材を放射状に配置して形成されていることを要旨とする。

【0013】請求項5記載の発明は、上記課題を解決するため、前記第2のステータコア単体は、前記複数のティース部が放射状に一体的に形成されていることを要旨とする。

【0014】請求項6記載の発明は、上記課題を解決するため、前記ステータは、前記複数のティース部を備えるとともに前記磁気結合部を有しない第1の部分と前記磁気結合部を有する第2の部分とを調整された面積比率で設けてなるステータコア単体を軸方向に積層して形成されていることを要旨とする。

【0015】請求項7記載の発明は、上記課題を解決するため、前記第2の部分の位置が、前記ステータコア単体を積層した際に前記第2の部分が前記軸の回りに均等に配置されるように、軸方向に対して変化していることを要旨とする。

【0016】請求項8記載の発明は、上記課題を解決するため、前記ステータは、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有しない第1のステータコア単体と、前記複数のティース部を備え前記磁気結合部を有する第

2のステータコア単体と、前記複数のティース部を備えるとともに前記磁気結合部を有しない第1の部分と前記磁気結合部を有する第2の部分とを調整された面積比率で設けてなる第3のステータコア単体とを、調整された枚数比率で軸方向に積層して形成されていることを要旨とする。

【0017】

【発明の効果】請求項1記載の本発明によれば、ステータの構造として、放射状に配置された複数のティース部の隣接部分に調整された比率で円周方向の磁気結合部（磁気抵抗がゼロで漏れ磁束がない部分）を設けることで、このような磁気結合部を設ける比率を調整だけでステータにおける円周方向の漏れ磁束の量を適切にコントロールすることができ、磁気回路の構成上最適な運転点を容易にかつ任意に設定することができ、運転特性のチューニングを簡単に行うことができる。

【0018】請求項2記載の本発明によれば、磁気結合部をステータに形成されたコイルに対して極数の少ないロータの側に設けることで、コイルに対する内側と外側のうちロータとの関係で漏れ磁束の低減がより一層必要とされる一方の側のみににおいて磁気結合部を設ければよく、回転電機の性能を犠牲にすることなくステータの構造を簡単化することができる。

【0019】請求項3記載の本発明によれば、複数のティース部を備え磁気結合部を有しない第1のステータコア単体と、複数のティース部を備え磁気結合部を有する第2のステータコア単体とを調整された枚数比率で軸方向に積層してステータを形成することで、単に2種類のステータコア単体を組み合わせるだけで円周方向の漏れ磁束の量を適切にコントロールすることができる。

【0020】請求項4記載の本発明によれば、複数のティース部材を放射状に配置して第2のステータコア単体を形成することで、隣接するティース部材の一部接触によって磁気抵抗がゼロの磁気結合部を形成することができる。

【0021】請求項5記載の本発明によれば、複数のティース部を放射状に一体的に形成して第2のステータコア単体を形成することで、一体物として磁気抵抗が完全にゼロの磁気結合部を形成することができる。

【0022】請求項6記載の本発明によれば、複数のティース部を備えるとともに磁気結合部を有しない第1の部分と磁気結合部を有する第2の部分とを調整された面積比率で設けてなるステータコア単体を軸方向に積層してステータを形成することで、単に1種類のステータコア単体を積層するだけで円周方向の漏れ磁束の量を適切にコントロールすることができる。

【0023】請求項7記載の本発明によれば、第2の部分の位置を、ステータコア単体を積層した際に第2の部分が軸の回りに均等に配置されるように、軸方向に対して変化させることで、ステータの発熱分布を全体として

均一化することができ、冷却効率の向上を図ることができる。

【0024】請求項8記載の本発明によれば、複数のティース部を備え磁気結合部を有しない第1のステータコア単体と、複数のティース部を備え磁気結合部を有する第2のステータコア単体と、複数のティース部を備えるとともに磁気結合部を有しない第1の部分と磁気結合部を有する第2の部分とを調整された面積比率で設けてなる第3のステータコア単体とを調整された枚数比率で軸方向に積層してステータを形成することで、3種類のステータコア単体を組み合わせるだけで円周方向の漏れ磁束の量を適切にコントロールすることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0026】（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態に係る回転電機のステータを形成する2種類のステータコア単体の構成を示す図である。なお、図7に示すステータコア単体と同一の構成要素には同一の符号を付している。

【0027】この回転電機の本体1は、上記した従来の回転電機と同様、同一の軸上で円筒状のステータ3の内側と外側に所定のエアギャップを置いて2つのロータ5、7が配置され（三層構造）、内側と外側の各ロータ5、7は、全体を被覆する外枠9に対して回転可能に設けられている（以上、図2参照）。

【0028】例えば、内側ロータ5は、半周をS極、もう半周をN極とした一対の永久磁石で形成され、外側ロータ7は、内側ロータ5の1極当たり2倍の極数を持つように永久磁石極が配置されている。つまり、外側ロータ7のS極とN極は各2個であり、90度ごとにS極とN極が入れ替わるように構成されている。このように各ロータ5、7の磁極を配置すると、内側ロータ5の磁石は外側ロータ7の磁石によって回転力を与えられることがなく、逆に、外側ロータ7の磁石も内側ロータ5の磁石によって回転力を与えられることがない。

【0029】ステータ3は、図示しないが、ステータコアと、このステータコアに巻装された単一のコイルとを有する。ステータコアは、図1（A）に示す第1のステータコア単体10aと、図1（B）に示す第2のステータコア単体10bとを使用目的に応じて調整された枚数比率で軸方向に複数枚積層して形成されている。各ステータコア単体10a、10bは、例えば、表面に絶縁層が形成された厚さ約0.5mmの成形されたけい素鋼板（ティース部材）で作られている。

【0030】すなわち、第1ステータコア単体10aと第2ステータコア単体10bは、いずれも、磁束が通る磁気回路を形成する所定の形状の薄い複数（ここでは24個）のティース部材11、11aを放射状に円周上等分に所定の間隔（エアギャップ）13を置いて配置して

形成されている。そして、各ステータコア単体10a、10bには、隣接するティース部材11、11a間に、コイル挿入用の複数（ティース部材と同数の24個）のスロット15と、ステータ固定ボルト挿入用の複数（ティース部材の半数の12個）のボルト穴17が設けられている。

【0031】第1ステータコア単体10aと第2ステータコア単体10bとの違いは、後者が、隣接するティース部材11aの一部接触によって円周方向に磁気抵抗がゼロの磁気結合部19を有するのに対して、前者が、そのような磁気結合部を有しないことにある。すなわち、第1ステータコア単体10aは、図7に示す従来のステータコア単体100と同様の構造をしている。したがって、磁気結合部を有しない第1ステータコア単体10aは、円周方向の磁気結合部19を有する第2ステータコア単体10bよりも、内側磁気抵抗（内側ロータ5との関係において作用する磁気抵抗） R_{in} と外側磁気抵抗（外側ロータ7との関係において作用する磁気抵抗） R_{out} との内外磁気抵抗比率（ R_{in}/R_{out} ）が大きくなる。

【0032】ここで、第2ステータコア単体10bの磁気結合部19は、コイルに対して極数の少ないロータ（ここでは内側ロータ5）の側、つまり、内側に設けられている。この結果、コイルに対する内側と外側のうちロータとの関係で漏れ磁束の低減がより一層必要とされる内側（内側ロータ5の側）のみに磁気結合部19が設けられ、回転電機の性能を犠牲にすることなくステータ3の構造を簡単化することができる。

【0033】ステータ3は、上記した第1ステータコア単体10aと第2ステータコア単体10bとを使用目的に応じて調整された枚数比率で軸方向に複数枚積層した後、ティース部材11、11aの周囲に単一のコイルを巻装して（つまり、スロット15に単一のコイルを挿入して）完成される。

【0034】完成後のステータ3に形成された単一のコイルには、ロータ5、7の数と同数の回転磁場が発生するように複合電流が流される。このため、ロータ5、7の一方をモータとして、もう一方をジェネレータとして運転する場合に、モータ駆動電流と発電電力の差の分の電流を単一のコイルに流すだけでよいので、効率の大幅な向上が図られる。

【0035】図2は、上記の回転電機を制御するためのブロック図である。

【0036】複合電流をステータコイルに供給するため、バッテリーなどの電源21からの直流電流を交流電流に変換するインバータ23が設けられている。このインバータ23は、瞬時電流のすべての和が0になるため、通常の三相ブリッジ型インバータを用いて、所定の数のトランジスタとこのトランジスタと同数のダイオードとから構成されている。インバータ23の各ゲート（トラ

ンジスタのベース)に与えるON・OFF信号は、PWM信号である。また、各ロータ5、7を同期回転させるため、各ロータ5、7の位相を検出する回転角センサ25、27がロータ位置センサとして設けられている。回転角センサ25は内側ロータ位置センサであり、回転角センサ27は外側ロータ位置センサである。各センサ25、27からの信号(ロータの位相)が入力される制御回路29は、内側ロータ5と外側ロータ7に対する必要トルク(正負あり)のデータ(必要トルク指令値)に基づいて、PWM信号を発生させる。

【0037】なお、ステータ3の冷却は、ティース部材11、11a間のエアギャップ13に冷媒(例えば、空気、水素ガスなど)を流すことによって行うことができる。

【0038】次に、図3に示す回転電機の運転特性図を参照して、上記の構造のステータ3を持つ上記タイプの回転電機の運転特性のチューニング法を説明する。

【0039】図3に示すように、上記タイプの回転電機の運転特性は、このステータ3に形成される磁気回路における2種類の磁気抵抗、すなわち、内側のロータ5との関係において作用する内側磁気抵抗 R_{in} と、外側のロータ7との関係において作用する外側磁気抵抗 R_{out} との内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})によって決定される。なお、前述のように、内側磁気抵抗 R_{in} は、内側ロータ5に対する漏れ磁束に関係し、外側磁気抵抗 R_{out} は、外側ロータ7に対する漏れ磁束に関係する。

【0040】ここで、図3中、曲線aは、内側ロータ5に発生するトルク(以下「内トルク」という)(単位はNm)、曲線bは、外側ロータ7に発生するトルク(以下「外トルク」という)(単位はNm)、曲線cは、内側ロータ5のパワー(以下「内パワー」という)(単位はkW)、曲線dは、内パワーと外側ロータ7のパワー(以下「外パワー」という)の和(以下「内外パワー和」という)(単位はkW)、曲線eは、電源負荷率(単位は%)をそれぞれ示している。なお、外パワーは、内外パワー和から内パワーを引き算することによって得られ、また、電源負荷率は、電源21から供給される電力の絶対値に対する内外パワー和の絶対値の比率として定義される。

【0041】図3において、運転点Sは、内外パワー和が最大値となるパワー密度最大点であって、このとき、回転電機は最大のパワーを得ることができる。この運転点Sは、内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})が約0.03のときに得られる。運転点Tは、内パワーと外パワーとが平衡状態(1:1で両者等しい)となる内外パワー平衡点であって、このとき、ジェネレータとして運転されるロータで発電された電力をモータとして運転されるロータで最も効率的に消費することができる。この運転点Tは、内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})が約0.38のときに得られる。運転点Uは、電源負荷率が最小値

となる電源負荷率最小点であって、このとき、インバータ23の駆動電力が最小となり、インバータ23の発熱量が最も小さくなる。この運転点Uは、内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})が約0.54のときに得られる。

【0042】本実施の形態では、第1ステータコア単体10aと第2ステータコア単体10bとを組み合わせ、軸方向に積層してステータ3を形成する際に、積層する第1ステータコア単体10aと第2ステータコア単体10bとの枚数比率を調整することによって、内側磁気抵抗 R_{in} の値すなわち内側ロータ5に対する漏れ磁束の量をコントロールすることができ、内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})を一定の範囲内で任意に設定することができる。

【0043】例えば、第1ステータコア単体10aの内外磁気抵抗比率を α 、第2ステータコア単体10bの内外磁気抵抗比率を β 、完成後のステータ3の所望の内外磁気抵抗比率を γ とし、かつ、ステータコア単体10a、10bの合計積層枚数をN、そのうち第1ステータコア単体10aの積層枚数をXとすると、ステータコア単体10a、10bを軸方向に積層して形成されるステータコア積層体(ステータ)3は、積層方向の磁気抵抗が絶縁層の存在のために極めて大きいので、積層による合成磁気抵抗が積層枚数にほぼ比例することから、下記の関係式が成立する。

【0044】

$$\alpha \cdot (X/N) + \beta \cdot (1-X)/N = \gamma$$

但し、 $\alpha > \beta$ 、かつ、 $X = 0, 1, 2, \dots, N$

これにより、完成後のステータ3の内外磁気抵抗比率を γ に設定したい場合は、積層する第1ステータコア単体10aの枚数比率(X/N)を上記の式を満たす値にすればよいことがわかる。なお、各ステータコア単体10a、10bの内外磁気抵抗比率 α 、 β の値は、各ステータコア単体10a、10bの構造(ティース部材11、11aの形状や大きさ、個数など)を変えることによって適宜変更することができる。

【0045】結局、図3において、積層する第1ステータコア単体10aと第2ステータコア単体10bとの枚数比率を調整することによって、完成後のステータ3の内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})を一定の範囲P内で任意に設定することができる。ここで、範囲Pの下限P1と上限P2は、それぞれ、第1ステータコア単体10aの枚数比率が0%(つまり、第2ステータコア単体10bの枚数比率が100%)、第1ステータコア単体10aの枚数比率が100%(つまり、第2ステータコア単体10bの枚数比率が0%)の場合である。なお、図3の例では、第1ステータコア単体10aの内外磁気抵抗比率 α は0.6、第2ステータコア単体10bの内外磁気抵抗比率 β は極めて小さいとされている。

【0046】この結果、第1の実施の形態に関する効果としては、磁気結合部を有しない第1ステータコア単体

10aと、磁気結合部19を有する第2ステータコア単体10bとを使用目的に応じて調整された枚数比率で軸方向に積層してステータ3を形成することで、単に2種類のステータコア単体10a、10bを組み合わせるだけで内側の円周方向の漏れ磁束の量を適切にコントロールすることができ、完成後のステータ3の内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})を一定の範囲P内で任意に設定することができる。このため、磁気回路の構成上最適な運転点を容易にかつ任意に設定することができ、回転電機の使用目的に応じて回転電機の運転特性のチューニングを簡単に行うことができる。

【0047】(第2の実施の形態)図4は、本発明の第2の実施の形態に係る回転電機のステータを形成する2種類のステータコア単体の構成を示す図である。なお、第2の実施の形態は、図1に示す第1の実施の形態に対応する回転電機のステータとほぼ同様の構成を有するため、ここでは、第1の実施の形態と異なる部分のみを説明し、同様の部分については、同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

【0048】第2の実施の形態の特徴は、図4(B)に示すように、1枚の成形されたけい素鋼板31を用いて複数のティース部11bを放射状に一体的に形成して第2のステータコア単体30bを形成したことにある。この第2ステータコア単体30bは、コイルに対して内側に、隣接するティース部11bの部分的な一体化によって円周方向に磁気抵抗が極めて小さい磁気結合部33を有する。なお、第1のステータコア単体30aは、図4(A)に示すように、図1(A)に示す第1の実施の形態に対応する第1のステータコア単体10aと全く同一である。

【0049】なお、ステータ3は、磁気結合部を有しない第1ステータコア単体30aと、円周方向の磁気結合部33を有する第2ステータコア単体30bとを使用目的に応じて調整された枚数比率で軸方向に積層して形成することができるが、第1の実施の形態において説明した内容と同様であるので、その説明を省略することとする。

【0050】この結果、第2の実施の形態に関する効果は、上述した第1の実施の形態に関する効果に加えて、複数のティース部11bを放射状に一体的に形成して第2のステータコア単体30bを形成することで、一体物として磁気抵抗が極めて小さい磁気結合部33を形成することができる。

【0051】(第3の実施の形態)図5及び図6は、それぞれ、本発明の第3の実施の形態に係る回転電機のステータを形成するステータコア単体の構成を示す図である。なお、この第3の実施の形態は、図1に示す第1の実施の形態に対応する回転電機のステータの変更例であるため、ここでは、第1の実施の形態と異なる部分のみを説明し、同様の部分については、同一の構成要素に同

一の符号を付し、その説明を省略することとする。

【0052】第3の実施の形態の特徴は、図1に示すように2種類のステータコア単体10a、10bを設けるのではなく、図5及び図6に示すように、複数のティース部(ここでは両図共にティース部材11、11a、11c)を備えるとともに、磁気結合部を有しない第1の部分41と円周方向の磁気結合部19(隣接するティース部材11a、11cの一部接触)を有する第2の部分43とを使用目的に応じて調整された角度比率で設けられる1種類のステータコア単体40、50を設けることにある。すなわち、図1(A)に示す第1ステータコア単体10aと図1(B)に示す第2ステータコア単体10bとを部分的に組み合わせて1つのステータコア単体40、50を形成することにある。ここで、図5は、磁気結合部を有しない第1の部分41と磁気結合部19を有する第2の部分43との角度比率が1:1(角度比率を後者が占める角度で表せば180度)の場合であり、図6は、磁気結合部を有しない第1の部分41と磁気結合部19を有する第2の部分43との角度比率が7:1(角度比率を後者が占める角度で表せば45度)の場合である。磁気結合部を有しない第1の部分41と磁気結合部を有する第2の部分43との角度比率を変えることによって、1つのステータコア単体40、50については完成後のステータ3における内側磁気抵抗 R_{in} の値、すなわち、内側ロータ5に対する漏れ磁束の量をコントロールすることができ、完成後のステータ3の内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})を一定の範囲内で任意に設定することができる。

【0053】なお、もちろん、第2の実施の形態に対応する図4(A)に示す第1ステータコア単体30aと図4(B)に示す第2ステータコア単体30bとを部分的に組み合わせて1つのステータコア単体を形成することも可能である。

【0054】なお、ステータ3は、1種類の上記ステータコア単体40、50を軸方向に積層して形成することができるが、その際、好ましくは、第2の部分43の位置を、ステータコア単体40、50を積層した後に第2の部分43が軸の回りに均等に配置されるように、軸方向に対して変化させる。例えば、第2の部分43を連続的に又は段階的に一定の角度ずつ円周方向にずらしながら、換言すれば、らせん状に変位させながら、ステータコア単体40、50を積層する。この結果、ステータ3の発熱分布を全体として均一化することができ、冷却効率の向上を図ることができる。

【0055】また、第3の実施の形態に関する効果は、上述した第1の実施の形態に関する効果に加えて、磁気結合部を有しない第1の部分41と磁気結合部19を有する第2の部分43とを使用目的に応じて調整された角度比率で設けられるステータコア単体40、50を軸方向に積層してステータ3を形成することで、単に1種類

のステータコア単体40、50を積層するだけで内側の円周方向の漏れ磁束の量を適切にコントロールすることができ、完成後のステータ3の内外磁気抵抗比率(R_{in}/R_{out})を一定の範囲内で任意に設定することができる。

【0056】さらには、他の実施の形態として、第1又は第2の実施の形態における2種類のステータコア単体と、第3の実施の形態における1種類のステータコア単体とを組み合わせ使用目的に応じて調整された枚数比率で軸方向に積層してステータを形成することも可能である。当然、一周上に等しく分布した磁気結合集団を複数配置してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る回転電機のステータを形成する2種類のステータコア単体の構成を示す図である。

【図2】第1の実施の形態の回転電機を制御するためのブロック図である。

【図3】第1の実施の形態の回転電機の運転特性図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る回転電機のステータを形成する2種類のステータコア単体の構成を示す図である。

す図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る回転電機のステータを形成するステータコア単体の構成の一例を示す図である。

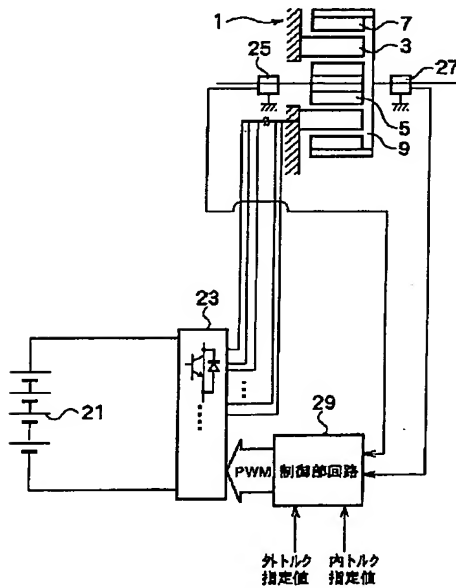
【図6】本発明の第3の実施の形態に係る回転電機のステータを形成するステータコア単体の構成の他の例を示す図である。

【図7】従来の回転電機のステータを形成するステータコア単体の構成を示す図である。

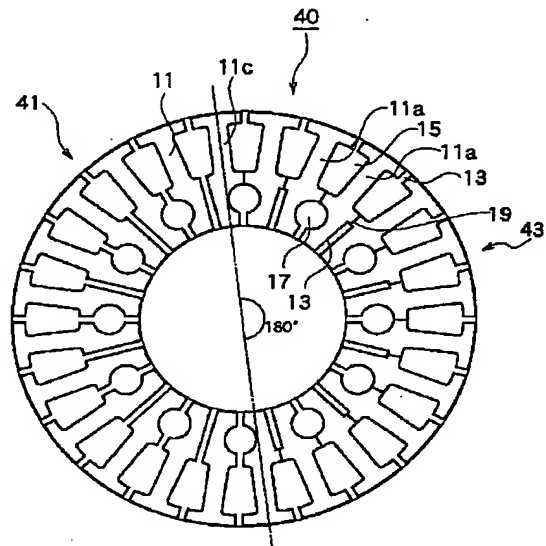
【符号の説明】

- 3 ステータ
- 5 内側ロータ
- 7 外側ロータ
- 10a, 10b, 30a, 30b, 40, 50 ステータコア単体
- 11, 11a, 11c ティース部材
- 11b ティース部
- 13 エアギャップ
- 15 スロット
- 17 ボルト穴
- 19, 33 磁気結合部

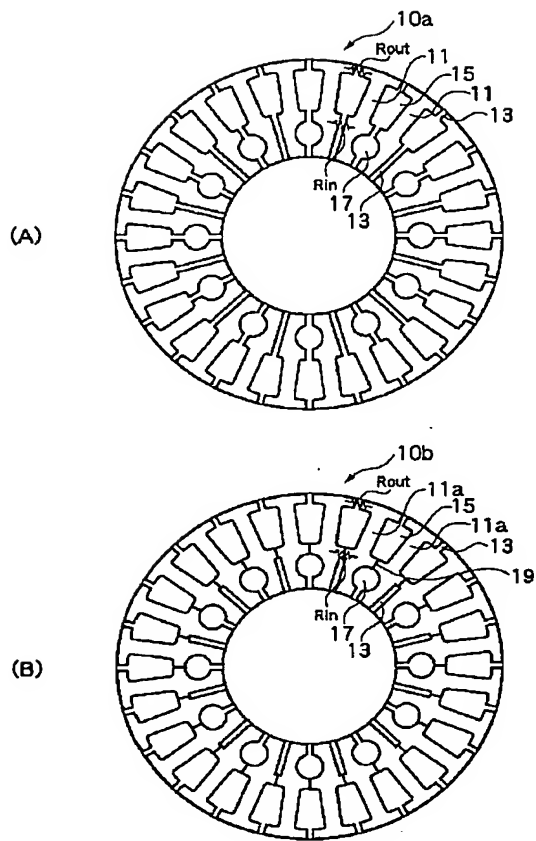
【図2】



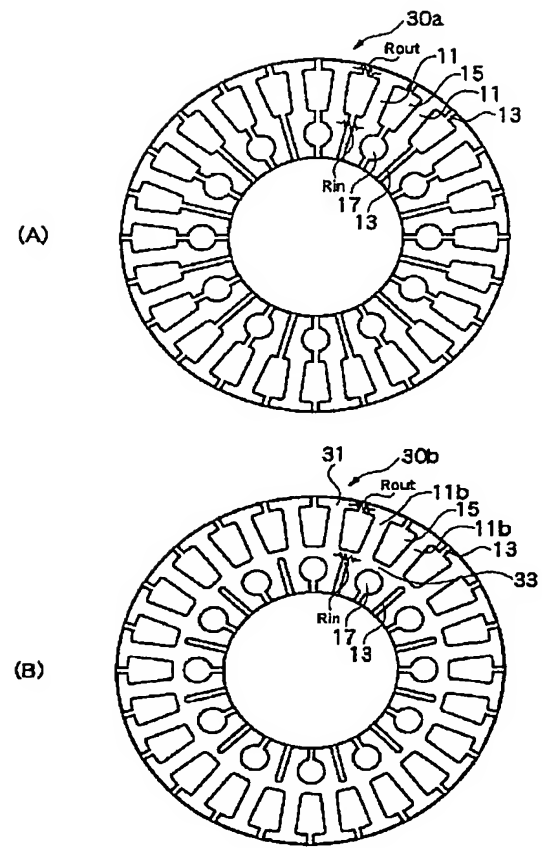
【図5】



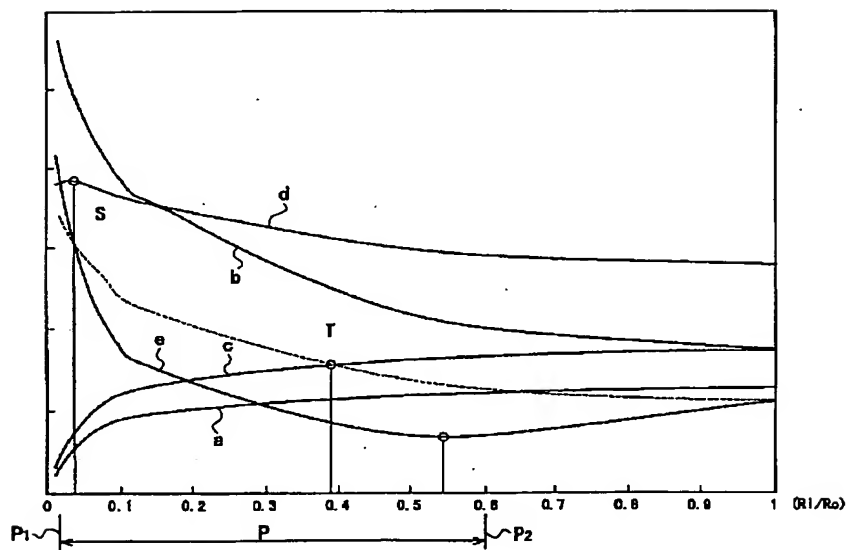
【図1】



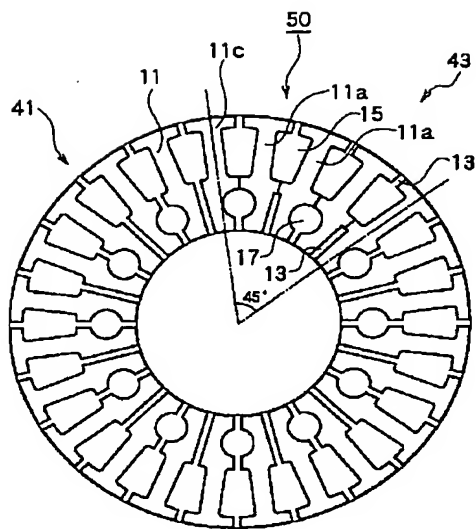
【図4】



【図3】



【図6】



【図7】

